L ph

Aus der medizinischen Klinik zu Bonn.

Über den Einfluß körperlicher Bewegungen auf Pulsfrequenz und Blutdruck beim Soldaten.

LANE MEDICAL
SAN FRANCISCO

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn

vorgelegt am 28. Februar 1907

von

Heinrich Löhe

Oberarzt beim Bergischen Feld-Artillerie-Regiment Nr. 59, kommandiert zur Kaiser Wilhelms-Akademie.

Berlin 1907

Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Königliche Hofbuchhandlung
Kochstraße 68—71.

Gedruckt mit Genehmigung der hohen medizinischen Fakultät der Rhein. Friedrich Wilhelms - Universität zu Bonn.

Referent: Herr Professor Dr. Schultze.

Dem Andenken

meiner lieben Eltern gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40152003_0062

Allgemein bekannte Tatsache ist, daß die Pulsfrequenz bei ein und demselben Individuum unter verschiedenen Umständen — speziell Muskelarbeit — bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Sehen wir von den ältesten vereinzelten Aufzeichnungen ab, so finden wir, daß ein englischer Arzt Bryan Robinson[1]) der erste war, der 1732 diesem Gegenstand ein eingehendes Studium widmete, dessen Resultate er dahin zusammenfaßte:

»Ein kräftiges Ausstrecken der Arme und Beine durch die Kraft des Willens beschleunigt den Puls um 20 Schläge in der Minute und macht ihn gleichzeitig so klein, daß er kaum fühlbar ist. Der Puls eines Mannes, der liegt, sitzt, steht oder eine Strecke von 2 bzw. 4 englischen Meilen in einer Stunde zurücklegt oder läuft, so schnell er vermag, beträgt 64, 68, 78, 100, 140 und 150 und mehr Schläge in der Minute. Richtet sich der Körper auf, so wird der Puls schneller in dem Augenblick, wo der Körper beginnt, sich zu erheben, oder die Seele anfängt, ihre Macht auszuüben; wenn der Körper sich bewegt, schlägt der Puls noch schneller, und die Kraft der Seele, den Körper zu bewegen, ist noch größer, entsprechend der Schnelligkeit der Bewegung. Wenn der Körper zuerst aufsteht und sich zu bewegen beginnt, dann ist der Puls kleiner, als er vorher war, aber er wird größer in dem Grade, als der Körper sich erwärmt. Ausbruch des Lachens beschleunigte den Puls um 25 Schläge, Atmen, drei- bis viermal schneller als gewöhnlich, um 13 bis 14 Schläge in der Minute. Beschleunigt wird der Puls ferner durch Husten, Schlucken, lautes Lachen sowie durch jede Bewegung, die durch die Kraft der Seele hervorgebracht wird. Hieraus geht hervor, daß die Herzbewegung

[1]) Bryan Robinson, A treatise of the animal oeconomy. 2. Aufl. Dublin 1735.

mittelbar oder unmittelbar durch jeden Wechsel der Erregung, Tätigkeit oder Kraft der Seele beeinflußt wird.«

Nächst Robinson war es außer van de Haen 1758, Macdonnell 1784, Falconer 1797 und Nick 1826, die Bryan Robinsons Angaben bestätigten, Guy,[1]) der die größte Anzahl von Beobachtungen an Gesunden (100 Männer, 50 Frauen) vornahm. Er kam zu dem Schluß, daß

1. die Pulsfrequenz eines gesunden Mannes im Durchschnittsalter von 27 Jahren im Mittel in der Minute 79 im Stehen, 70 im Sitzen, 67 im Liegen beträgt. Die Ausnahmefälle abgerechnet, sind die Durchschnittszahlen 81 im Stehen, 71 im Sitzen, 66 im Liegen;

2. die äußersten Werte sich sehr weit von den Durchschnittszahlen entfernen, die größte Differenz fast der Hälfte der Pulsfrequenz im Stehen gleichkommt.

3. Ausnahmen von der Regel: Unter 13 Fällen war einmal der Puls beim Sitzen häufiger als beim Stehen, unter 10 Fällen dreimal frequenter im Liegen als im Sitzen, unter 14 Fällen einmal frequenter im Liegen als im Stehen.

4. Der Effekt beim Wechsel der Körperlage vergrößert sich mit der Pulsfrequenz.

5. Ausnahmen von der allgemeinen Regel sind um so häufiger, je seltener der Puls.

6. Der durch den Wechsel der Körperlage bedingte Effekt wird durch die Muskelkontraktion des Körpers veranlaßt — ein spezieller Teil des allgemeinen Gesetzes, daß der Puls unter dem Einfluß von Muskelarbeit ansteigt.

Im Gegensatz zu Guys Behauptung, daß Ausnahmen von der allgemein gültigen Regel vorkommen, stellt der russische Untersucher Schapiro[2]) nach seinen Versuchen an 150 gesunden Soldaten den Satz auf, daß in allen Fällen der Puls des Gesunden im Liegen weniger frequent ist als im Stehen, wobei die Differenz zwischen 10 und 30 Schlägen schwankt; ja, er geht noch weiter und sagt, daß jeder derartige Ausnahmefall von Guy als krankhaft zu bezeichnen sei. Die Verlangsamung des Pulses im Liegen führt er zurück auf:

[1]) Guy, W. A., On the effect produced upon the pulse by change of posture. Guys Hospital reports No. VI und VII. 1838.

[2]) Schapiro, Über den Einfluß des Blutdrucks auf die Herztätigkeit bei gesunden Menschen sowie auch bei einigen krankhaften Veränderungen. Diss. St. Petersburg 1881.

1. Zunahme der Widerstände für die Entleerung des Herzens, 2. auf Erregung des zentralen Endes des Vagus durch Steigerung des intrakraniellen Drucks und 3. auf das Fehlen der Muskelspannung, die zur Erhaltung des Körpers im Stehen erforderlich ist.

Zu gleichem Resultat wie Schapiro gelangte Langowoy.[1]) Er untersuchte sowohl Gesunde wie Kranke mit anatomischen Veränderungen des Herzens und des Gefäßapparates und stellte die Behauptung auf, daß das Fehlen einer Veränderung in der Pulsfrequenz oder eine Pulsverlangsamung beim Aufstehen ein signum mali ominis sei, das auf das baldige Beginnen des Stadiums der gestörten Kompensation hinweist.

Der erste, der eingehende Untersuchungen an Apparaten vornahm, um den Einfluß der Muskelarbeit auf die Herztätigkeit zu erproben, war Hermann Christ.[2]) Er konstruierte einen Apparat nach dem Prinzip einer abwechselnd wirkenden Druck- und Saugpumpe, »Ergostat« genannt, der eine dem Treppensteigen ähnliche Arbeitsleistung ermöglichte bei dauernder Beaufsichtigung und Kontrolle des Steigenden durch den Beobachter. Die an 29 Personen (Gesunden und Rekonvaleszenten) gewonnenen Resultate bewiesen, daß mit der Größe der Arbeitsleistung die Pulsfrequenz bis zu einem gewissen Grade zunimmt; hat die Pulszahl eine gewisse Höhe erreicht, so wird sie nicht mehr überschritten, auch wenn die körperliche Leistung beträchtlich größer ausfällt. Die Frage, wo das Maximum liegt, bleibt unbeantwortet. Die Wirkung der nämlichen Arbeit ist bei einem Individuum nicht immer gleich. Bei verschiedenen Personen zeigen sich bedeutende individuelle Unterschiede. Die Erholung nach der Arbeitsleistung geht sehr schnell vor sich in dem ersten Stadium der Ruhe, indem nämlich in den ersten 1 bis 2 Minuten die Pulsfreqenz rapid sinkt, um sich langsam wieder der Anfangsgeschwindigkeit zu nähern.

An dem gleichen Apparat stellte Staehelin[3]) Untersuchungen an Gesunden an, indem er längere Zeit hindurch und einige Tage hintereinander eine bestimmte Arbeit ausführen ließ und die Zunahme der Pulsfrequenz berechnete. Einige Fehler, die Christs Versuchen anhafteten, suchte er nach Möglichkeit auszuschalten. (Beginn der Arbeit nicht unmittel-

[1]) Langowoy, Über den Einfluß der Körperlage auf die Frequenz der Herzkontraktionen. Arch. f. klin. Med. 1900. Bd. 68.

[2]) Christ, H., Über den Einfluß der Muskelarbeit auf die Herztätigkeit. Arch. f. klin. Med. 1894. Bd. 53.

[3]) Staehelin, Arch. f. klin. Med. Bd. 59, S. 79.

bar nach der Mahlzeit oder einer körperlichen Anstrengung.) Die Bestimmung der Pulsfrequenz erfolgte so, daß drei Abschnitte von 30 Sekunden aus den gewonnenen Kurven bezeichnet, diese verdoppelt und so das Resultat für 1 Minute gewonnen wurde. Dadurch kam Staehelin zu folgenden Schlüssen:

1. Körperliche Arbeit ruft bei verschiedenen gesunden Individuen eine in ihrer Intensität wechselnde Reaktion des Herzens hervor. Dieselbe ist abhängig und in gewissem Sinne proportional dem Grad der geleisteten Arbeit. Sie wechselt mit den das Herz augenblicklich beeinflussenden inneren und äußeren Faktoren.

2. Das gesunde Herz hat das Bestreben, in verhältnismäßig kurzer Zeit den vor der Arbeit eingenommenen Gleichgewichtszustand wieder einzunehmen.

3. Die Gewöhnung des Herzens an wiederholt ausgeführte, gleich große Muskelarbeit gibt sich darin kund, daß die Erholung sich allmählich schon in kürzerer Zeit nach vollendeter Arbeit einstellt.

Zweck dieser Untersuchungen war, einen richtigen Maßstab zu finden für die Beurteilung von Abweichungen und Veränderungen in der Reaktion des Herzens bei Kranken und Rekonvaleszenten. Auf die bei letzteren gesammelten Erfahrungen einzugehen, ist hier nicht der Platz.

Fortgeführt wurden diese Versuche von Grünbaum und Amson,[1]) die ihrerseits bemüht waren, nach Möglichkeit die den früheren Methoden anhaftenden Fehlerquellen auszuschalten. So wurde z. B. die Arbeit erst begonnen, wenn der Puls bereits mehrere Minuten lang keine höheren Abweichungen als die physiologischen aufwies; es wurde während der Arbeit ununterbrochen der Puls gezählt, die Zählung erst abgebrochen, wenn die Pulszahl zu demselben Niveau zurückgekehrt war wie zu Beginn des Versuchs. Statt die Zahl der Pulse während eines gewissen Abschnitts einer Minute festzustellen, wurde möglichst genau die Zeit bestimmt, die während einer gewissen Anzahl von Pulsen verstreicht; so entsprachen z. B. 15 Pulse in 15 Sekunden einer Gesamtpulszahl von 60 in der Minute, 15 Pulse in 9 Sekunden = 100 Pulse in der Minute. Natürlich war zu dieser Art Zählung eine Uhr notwendig, die noch $^1/_5$-Sekunde anzeigte. Wenn auch diese Methode

[1]) Grünbaum und Amson, Über die Beziehungen der Muskelarbeit zur Pulsfrequenz. Arch. f. klin. Med. 1901. Bd. 71.

nicht absolut frei von Fehlern war, so waren die Abweichungen doch so gering, daß sie vernachlässigt werden konnten. Folgende Versuche wurden ausgeführt:

1. Senkung des Armes in der Frontalebene,
2. Zusammenführen beider Beine bei flektiertem Knie,
3. Hebung des rechten Beines mit flektiertem Knie,
4. Tretbewegungen am stehenden Fahrrad.

Die Resultate faßten die Untersucher in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Pulszahl ist schon in der Ruhe keine ganz konstante Größe.

2. Jede Muskelarbeit steigert die Pulsfrequenz.

3. Die Steigerung beginnt sofort mit dem Einsetzen der Arbeit und dauert so lange, als die Arbeit währt.

4. Mit dem Aufhören der Arbeit sinkt die Pulsfrequenz sofort rapide ab.

5. Die Art des An- und Abstieges der Pulsfrequenz zeigt individuelle Verschiedenheiten.

6. Die Höhe der Steigerung hängt wesentlich ab von der Größe der in der Zeiteinheit geleisteten Arbeit (Tempo) und von dem Verhältnis der Belastung zur maximalen Leistungsfähigkeit der arbeitenden Muskelgruppe (Training).

7. Übergroße Muskelarbeit während längerer Zeit übt einen schädigenden Einfluß auf das gesunde Herz aus.

Noch eine Arbeit möchte ich erwähnen, die Tewildt[1]) 1903 schrieb. Er nahm die Untersuchungen hauptsächlich an sich selbst vor, und zwar gruppierte er die Übungen als:

1. Bewegungen, die mit der Änderung der verschiedenen Körperlagen verbunden sind,
2. Gehen und Laufen,
3. Treppen- und Bergsteigen,
4. Turnübungen,
5. Bewegungen an verschiedenen Zander-Apparaten,
6. Radfahren.

Die gewonnenen Resultate lassen sich dahin zusammenfassen, daß körperliche Bewegungen Einfluß auf die Pulsfrequenz ausüben, daß

[1]) Tewildt, Über den Einfluß körperlicher Arbeit auf die Pulsfrequenz beim Gesunden. Diss. Bonn 1903.

mäßige, selbst lange andauernde Bewegung die Frequenz der Herzkontraktionen weniger beeinflußt als kurz dauernde, mit großer Schnelligkeit ausgeführte Bewegungen. Das Herz erholt sich beim Gesunden bald nach vollendeter Bewegung.

Nach den bisher angeführten Literaturangaben ist somit Tewildt der einzige, welcher bei seinen Untersuchungen nicht bloß einzelne Muskelgruppen prüfte, wie Christ, Langowoy und die anderen Autoren, sondern in gleicher Weise alle Muskeln tätig sein ließ durch Ausführung einfacher Übungen, später auch Apparatübungen; wenn auch der einzelne Versuch an ein und derselben Person mehrmals, die unter 1. aufgeführten Übungen bis zu 30 mal gemacht wurden, so ist doch die Anzahl der verschiedenen untersuchten Personen eine geringe, da sich nur wenige, wie Tewildt klagt, zu diesen Versuchen bereit erklärten.

Angeregt von Herrn Privatdozent Dr. Esser, derartige Versuche an einem größeren Material fortzusetzen, begann ich die vorliegende Arbeit Frühjahr 1906. Zur Verfügung standen mir mit Erlaubnis des Herrn Regimentskommandeurs die Mannschaften des Bergischen Feldartillerie-Regiments Nr. 59, und zwar sowohl die Leute des älteren Jahrganges 1904/05, wie die im Herbst 1905 eingestellten Rekruten.

Es wurden untersucht 300 Leute, und zwar alle je zweimal, diejenigen, bei denen Besonderheiten festgestellt wurden, dreimal und mehrmals; aus den gefundenen Werten wurde das Mittel gezogen und bei der Berechnung zugrunde gelegt. Das Alter der Leute schwankte zwischen 18 Jahren 3 Monaten beim Jüngsten und 22 Jahren 9 Monaten beim Ältesten. Es ist dies ein Zeitabschnitt, in dem wohl nur der Militärarzt in der Lage sein dürfte, derartige Versuche anzustellen, da nur ein geringer Prozentsatz von jungen Leuten, die gesund und frei von Beschwerden sind, nicht in das Heer eingereiht wird. Zur Ausführung der Übung wurde der Vormittag gewählt, insbesondere die Zeit von $8^1/_2$ bis $11^1/_2$ Uhr, demnach mindestens 2 Stunden nach dem ersten Frühstück; 10 Minuten Pause um 10 Uhr vormittags blieben für das zweite Frühstück. Ein Einfluß durch diese zweite Pause konnte nicht festgestellt werden. Als Maß der Muskeltätigkeit wurde gewählt eine Übung, die von allen Mannschaften ausgeführt werden konnte und keine besondere Kraft oder Geschicklichkeit erheischte, nämlich die Ausführung von 10 Kniebeugen, wie sie die Turnvorschrift verlangt, innerhalb eines Zeitraumes von 25 bis 30 Sekunden, meistens 27 Sekunden.

Die Turnvorschrift besagt: »Die Kniee beugen sich langsam und stetig in der Richtung wie die Füße zeigen, bis zum rechten Winkel unter allmählichem Heben der Ferse; Zurückkehren in die Ausgangsstellung durch gleichmäßiges Senken der Ferse und gleichzeitiges Strecken der Kniee«.

Vor der Übung saßen die Leute, und zwar so lange, bis völlige Beruhigung des Pulses eingetreten war; nach vollendeter Übung ließen sich die Leute sofort auf ihren Sitz nieder, so daß mit Verlust von vielleicht einer Sekunde die Zählung des Pulses vorgenommen werden konnte. Es wurde nun die Pulszahl festgestellt während der ganzen ersten Minute nach Vollendung der Übung, um eine vorhandene Steigerung festzustellen, und während der folgenden zweiten Minute, um zu sehen, ob die Beruhigung bzw. Rückkehr zum Ausgangspunkt erfolgt war oder nicht. Belehrt durch früher gemachte Versuche, wurde eine sogenannte Springuhr zur Zählung verwandt, welche ein genaues Ablesen der Sekunden gestattet.

Durch die erwähnte Art der Zählung nur ist es möglich, die wirkliche Anzahl der Pulse während einer Minute zu ermitteln; zählt man nämlich nach Schluß der Übung während einer viertel Minute den Puls, so begeht man einen erheblichen Fehler, der nur um weniges gemildert wird beim Auszählen einer halben Minute. Betrachtet man die einzelnen Phasen der gewonnenen Pulszahl während einer Minute im Anschluß an die Übung, so läßt sich feststellen, daß die durch die Muskeltätigkeit hervorgerufene Pulssteigerung während der ersten 7 bis 10 Sekunden nach Vollendung der Übung anhält bzw. in diesem Zeitraume am deutlichsten zum Ausdruck kommt, aber dann alsbald Beruhigung eintritt, so daß vielfach in dem vierten Viertel der Minute nach Beendigung der Übung völlige Kompensation eingetreten ist, ja sogar ein Sinken der Zahl unter die vor der Übung beobachtete eintritt, was wohl als ein Ausdruck der Ermüdung des Herzens angesehen werden darf. Hierfür spricht die zur Kontrolle gezählte Anzahl der Pulse in der zweiten Minute.

Einige Beispiele seien hier angeführt:

Name	Vor der Übung	Nach der Übung bei Zählung bis				1 Minute später
		$^1/_4'$	$^1/_2'$	$^3/_4'$	$1'$	
Mm.	87	26	50	73	95	82
Pin.	64	24	42	59	73	62
Schm. H.	79	26	48	66	82	71

Zu Mm.: Würde nur $^1/_4$ Minute der Puls gezählt worden sein, so wäre angeblich die Pulsfrequenz 112 in der Minute gegen 95 in Wirklichkeit; ebensolche Differenzen in den weiteren Fällen; ferner lernen wir aus den angeführten Beispielen, daß der Puls in der zweiten Minute noch um einige Schläge abnimmt. So sinnreich und exakt die von Grünbaum und Amson angegebene Art der Pulszählung ist und vielleicht für den Physiologen besonderen Wert hat, so dürfte sie infolge der komplizierten Umrechnung doch nicht geeignet sein, Allgemeinheit der Ärzte zu werden und in der Praxis Verwendung zu finden.

Unserer Ansicht nach reicht die gebräuchliche, allerdings während einer ganzen Minute ausgeführte Zählung vollständig aus; kommen doch auch hierbei die durch die Atmung hervorgerufenen Schwankungen mit Sicherheit zur Beobachtung und werden richtiger in Rechnung gesetzt, als wenn nur ein gewisser Zeitabschnitt bestimmt wird, der während einer Anzahl von Pulsen verstreicht.

Betrachten wir das gewonnene Resultat im allgemeinen, so läßt sich folgendes feststellen:

Bei den 300 untersuchten Mann, deren Durchschnittsalter 20 Jahre 4 Monate war, lag die Anzahl der Pulse in der Ruhe

11	mal	zwischen	50	und	59	Schlägen,
89	„	„	60	„	69	„
131	„	„	70	„	79	„
59	„	„	80	„	89	„
10	„	„	90	„	99	„

Die höchste beobachtete Zahl von Pulsen in der Ruhe war 97. In den Fällen, in welchen Zahlen über 90 Pulse beobachtet wurden, wurde die Untersuchung nicht bloß dreimal, sondern häufiger, zu verschiedenen Tageszeiten und an mehreren Tagen vorgenommen (zumal wenn die Zahl nicht in Einklang stand mit der bei der Einstellung des Mannes gefundenen), um zu sehen, ob die erhöhte Frequenz eine konstante oder durch besondere Einflüsse bedingte war.

Ich will hierbei bemerken, daß besonders Montags oder am Tage nach dem Feiertage öfters erhöhte Zahlen bemerkt wurden, die ich auf Alkoholgenuß oder andere Exzesse, wie die Leute auch selbst zugaben, zurückführen zu müssen glaube. Später fanden daher an diesen Tagen Untersuchungen nicht statt.

Infolge Ausführung der 10 Kniebeugen stieg die Pulszahl, und zwar:

bis zu	10	Schlägen	221	mal,
über	10	Schläge (durchschn. 14)	67	„
um	20	„	7	„

Besondere Beachtung verdienen fünf Fälle, in denen durch die Übungen eine Steigerung der Pulsfrequenz, selbst bei erhöhten Ansprüchen (20 Kniebeugen), nicht hervorgerufen wurde, ja sogar eine Verminderung um 1 bis 3 Schläge zu verzeichnen war. Im zweiten Teile der Arbeit wird über diese Fälle besonders berichtet werden.

Nach ausgeführter Übung vollzog sich der Übergang des Pulses zur Ruhe in der Weise, daß innerhalb einer Minute fast bei allen Leuten der Puls zur Ausgangszahl zurückgekehrt bzw. unter diese Zahl gesunken war. Nur bei vier Mann trat die Beruhigung des Pulses nicht innerhalb einer Minute ein, sondern verzögerte sich um zwei Minuten, so daß die Kurve sich folgendermaßen gestaltete:

Name	Vor der Übung	Nach der Übung	1′	2′	3′
			später		
Mh.	80	97	92	91	80
Cl.	80	99	89	85	79
Hppk.	81	96	89	85	80
Ptm.	80	98	91	88	77

Bei den beiden ersten Kanonieren muß der Grund darin erblickt werden, daß Mh. an einer Zellgewebsentzündung auf dem rechten Fußrücken, Cl. an einem vereiterten Hühnerauge auf der linken Zehe litt. Die beiden anderen Kanoniere waren mehrere Wochen im Lazarett gewesen wegen Quetschung des Fußes bzw. Luxation der Kniescheibe, und somit außer Übung. Als Beweis für die Richtigkeit der Behauptung möchte ich anführen, daß nach Ausheilung der Wunden bzw. bei den beiden Kanonieren Hppk. und Ptm., nachdem sie einige Zeit Dienst mitgemacht hatten, auch wieder Gewöhnung an die Anstrengung eintrat. Hierfür spricht die später aufgenommene Kurve:

Mh.	1.	84	91	83
	2.	81	79	79
Cl.	1.	81	97	79
	2.	77	79	75
Hppk.	1.	89	98	85
	2.	79	91	78
Ptm.	1.	79	87	77
	2.	75	84	73

Aufmerksam gemacht durch diesen zufälligen Befund, wurde an acht Leuten, die an einer äußeren Erkrankung litten (Zellgewebsentzündung, Furunkel, Quetschung), die aber keine erhöhte Temperatur aufwiesen, möglichst bald nach der Erkrankung die Untersuchung vorgenommen, die das oben angeführte Resultat bestätigte. Dieselben Leute wiesen später nach Abheilung des betreffenden Prozesses bei der nämlichen Prüfung eine Pulssteigerung nicht auf. Ich glaube daher, daß die Pulssteigerung als ein Ausfluß der stärkeren Schmerzempfindung bei der körperlichen Anstrengung anzusehen ist.

Erwähnen möchte ich noch, daß sich bei 8 der 300 Untersuchten eine Arhythmie des Pulses feststellen ließ, die bei zwei Kanonieren

nach Ausführung der Übung auftrat, 1, spätestens 2 Minuten später verschwunden war; bei sechs Mann bestand die gleiche Abnormität des Pulses bereits vor der Übung, war aber während bzw. nach derselben nicht mehr vorhanden. In allen Fällen ergab die Untersuchung des Herzens einen regelrechten Befund. Dieselbe Prüfung zu einer anderen Tageszeit an dem gleichen Tage oder an einem späteren Tage vorgenommen, ließ Unregelmäßigkeiten in der Schlagfolge vermissen. Die Leute fühlten sich wohl, haben weiter Dienst getan, auch keinerlei Klagen erhoben. Ich möchte auf diese Erscheinung nur hingewiesen haben, ohne auf die Erklärung näher einzugehen.

Da es von besonderem Interesse erschien, festzustellen, wie sich der Blutdruck unter dem Einflusse von Muskeltätigkeit verhielt, wurden an 40 von den 300 untersuchten Mann Blutdruckmessungen vorgenommen, in der Ruhe, nach Ausführung von 10 Kniebeugen und 5 Minuten nach Vollendung der Übung.

Während eine genaue Bestimmung der Blutdruckverhältnisse im menschlichen Organismus früher als eine nicht zu lösende Aufgabe galt, und nur der Physiologe imstande war, im Tierexperiment genaue Resultate zu gewinnen, unternahmen es eine Reihe von Autoren, Apparate zu konstruieren, welche die Möglichkeit boten, auch an der uneröffneten Arterie das zu erforschen, was sonst nur das in das Blutgefäß eingeführte Manometer auszudrücken imstande war. Die gebräuchlichsten Apparate seien hier kurz erwähnt.

1855 versuchte Marey,[1]) den Blutdruck beim Menschen in der Weise zu bestimmen, daß er Unterarm und Hand des Individuums in einen mit Wasser gefüllten Zylinder steckte und das Glied durch Erhöhung des Druckes blutleer machte. Den Punkt, den bei nachlassendem Druck, also im Augenblick des Wiederrotwerdens des Armes, das Manometer angab, glaubte Marey dem arteriellen Blutdruck gleichsetzen zu dürfen.

Auf einem ähnlichen Prinzip beruht der Apparat von Gärtner.[2]) Es wird nämlich durch einen mit einer Gummimembran versehenen Metallring am Endglied eines Fingers Blutleere erzeugt und für die Höhe des Blutdrucks im Manometer als Index der Moment benutzt, in welchem die Fingerkuppe eben zu erröten beginnt. v. Recklinghausen fand bei Prüfung des Instrumentes, daß bei Messung des Blutdrucks an der Basalphalange Werte gefunden würden, die dem in den großen

[1]) Marey, J., Travaux du laboratoire. 1876. T. 2.

[2]) Gärtner, Über einen neuen Blutdruckmesser. Münch. med. Wochenschr. 1899, Nr. 24.

—, Über das Tonometer. Münch. med. Wochenschr. 1900, Nr. 35.

Arterien herrschenden Druck näher ständen; eine Behauptung, die von Neu[1]) bestritten wurde.

Während die Autoren dieser beiden Methoden das Wiederrotwerden des blutleer gemachten Gliedes als Zeichen für die Übereinstimmung des Druckes in der Arterie mit dem Druck in der Manschette ansahen, bestimmten Marey,[2]) Mosso,[3]) Hill[4]) und Barnard[4]) den Druck, bei welchem das mit der Manschette verbundene Manometer die größten Oscillationen anzeigt.

Ersterer nahm an, daß in dem Augenblick, wo die Amplitude der Oscillationen am größten ist, der Druck im Zylinder gleich ist dem Blutdruck, weil in diesem Moment die Gefäße erschlafft sind und ihre Wände zwischen Innen- und Außendruck flottieren. Vereinfacht wurde diese Methode durch Mosso, der statt des Armes nur 4 Finger in einem mit Wasser gefüllten Zylinder eindichtete.

Ein gleiches Prinzip lag dem von Hill und Barnard angegebenen Apparat zugrunde, an welchem die größten Oscillationen auf einem Metallkapselmanometer registriert werden konnten. Die Frage, welcher Blutdruck auf diese Weise bestimmt werden konnte, ist strittig. Nach Sahlis Untersuchungen ist es der minimale, nach Tschlenoff der maximale Blutdruck, der gemessen wird, während v. Recklinghausen bewies, daß nicht »der«, sondern »ein« mittlerer Blutdruck gewonnen wurde.

Eine Sonderstellung nimmt Hürthle[5]) mit seiner Methode ein. Er dichtete den blutleer gemachten Arm in einem mit Wasser gefüllten Zylinder vollkommen ab, ließ durch Lösung der Binde das Blut wieder einströmen und beobachtete die Höhe des Druckes. So feinsinnig und einleuchtend die Methode erscheint, so entbehrt sie nicht der Schattenseiten, die einerseits in der Unmöglichkeit einer vollkommenen Abdichtung des Armes, anderseits in der Belästigung des Untersuchten durch die Abschnürung liegen; die mit diesem Apparat gefundenen Werte sind dem mittleren Blutdrucke gleichzusetzen.

Das Instrument, welches wegen der Genauigkeit der Angaben und der leichten Handhabung am schnellsten Eingang in die Klinik gefunden hat und auch vom praktischen Arzte aufgenommen wurde, ist von Riva Rocci[6]) konstruiert. Das Prinzip des Apparates ist, daß der Druck in der Manschette so lange gesteigert oder wieder vermindert wird, bis der peripher von der Kompressionsstelle palpierte Puls verschwindet oder wiederkehrt.

---

[1]) Neu, Experimentelle und klinische Blutdruckuntersuchungen mit Gärtners Tonometer. Verhandl. d. naturhist. Vereins zu Heidelberg 1902. Bd. 7.

[2]) Marey, l. c.

[3]) Mosso, Archives italiennes de biologie. T. XXIII. Fasc. 1 bis 2.

[4]) Hill und Barnard, On rest, sleep, and work and the concomitant changes in the circulation of the blood. Lancet 1898, 29. Januar, S. 282.

[5]) Hürthle, Über eine Methode zur Registrierung des arteriellen Blutdrucks beim Menschen. Deutsche med. Wochenschr. 1896. No. 36.

[6]) Riva Rocci, La technica del stigomanometria. Gazetta medica de Torino. 1897.

Diese Methode der Blutdruckmessung reicht bereits in das Jahr 1855 zurück, in welchem Vierordt[1]) diesbezügliche Versuche anstellte, die aber wegen ihrer Primitivität Anspruch auf Genauigkeit nicht erheben können.

Dasselbe gilt von A. Freys[2]) Untersuchungen mit einem Instrument, das nach seiner eigenen Angabe nur vergleichbare Größen finden läßt und in seinen Resultaten wohl nur für therapeutische Zwecke von Belang sein dürfte.

Auf demselben Prinzip aufgebaut, stand der von v. Basch[3]) angegebene Apparat lange Zeit im Gebrauch, mit dem die Arteria radialis im Handgelenk durch eine Pelotte komprimiert wurde; er ist aber auch nicht frei von Mängeln, die einerseits durch die umständliche Handhabung bedingt sind, anderseits in der Konstruktion der zur Kompression benutzten Pelotte liegen.

Wie Ewald nämlich bewies, hängt die Höhe der gefundenen Werte wesentlich von der Größe der benutzten Pelotte ab, indem man geringere Werte erhält, wenn man eine größere Pelotte als die ursprünglich dem Apparat beigegebene verwendet.

Das von Riva Rocci[4]) konstruierte Sphygmomanometer besteht aus Manometer, Gebläse, Gummischlauch, Schlauchklemme und aus dem um den Arm zu legenden Einschnürungsschlauch. Durch das Prinzip, die Arterie durch zirkulären Druck zu verschließen statt durch einseitige Anpressung an die Unterlage, ist dieser Apparat den vorgenannten weit überlegen. Gumprecht,[5]) der ihn in ausgedehnten Experimenten am Lebenden wie auch an der Leiche prüfte, faßt sein Urteil dahin zusammen:

»Die Fehler des Apparates sind bedingt einmal durch seine Eigenschaft, den maximalen Blutdruck, nicht den mittleren zu messen; dieser Fehler wechselt je nach der Höhe der Pulswelle. Zweitens wird durch den elastischen Widerstand der Armweichteile ein Fehler bedingt, der mit der individuellen Beschaffenheit jener Weichteile variiert. Die Zahlenwerte des Riva Rocci-Sphygmomanometers müssen daher als relativ angesehen werden. Als Annäherungswerte sind sie trotzdem brauchbar, da die Gesamtspielbreite des Blutdrucks eine sehr weite ist, zwischen 90 und 270 mm Quecksilber liegt und kleine Fehler der Bestimmung verschmerzen läßt. Die subjektiven Fehler, auch des ungeübten Untersuchers, sind fast gleich Null und jedenfalls praktisch völlig bedeutungslos.«

Von einschneidender Bedeutung war die Änderung, die v. Recklinghausen[6]) vornahm, der statt der schmalen Manschette eine von 15 cm Breite verwandte, da er durch seine Experimente den Beweis erbracht hatte, daß der Hauptfehler der

[1]) Vierordt, Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen. Braunschweig. 1855.

[2]) Frey, A., Ein neuer Blutdruckmesser. Zeitschr. f. physikalische und diätetische Therapie. 1899. Bd. 2.

[3]) v. Basch, Über die Messung des Blutdrucks am Menschen. Zeitschr. f. klin. Med. 1881.

[4]) cfr. Sahli, Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. 3. Aufl. 1902.

[5]) Gumprecht, Experimentelle und klinische Prüfung des Riva Rocci-Sphygmomanometers. Zeitschr. f. klin. Med. 1900. Bd. 39.

[6]) v. Recklinghausen, H., Über Blutdruckmessung beim Menschen. Arch. f. experiment. Pathologie und Pharmakologie. 1900. Bd. 46.

meisten Blutdruck-Meßapparate in der ungenügenden Ausdehnung der Kompressionsfläche seine Ursache habe. Eine zweite Eigenschaft seines Instrumentes, die sich aber nicht allgemein Eingang verschafft hat, ist, daß die Manschette statt mit Luft mit Wasser gefüllt wird. Mit diesem Apparat gewann v. Recklinghausen Kurven, die er als »Treppenkurven« bezeichnete, weil eine Pulsfigur höher liegt als die nächste. Durch Kombination der verschiedenen Abschnitte des Pulsbildes aus denjenigen Stellen der Kurve, wo sie maximale Größe haben, erhielt v. Recklinghausen ein Pulsbild in richtiger Größe und Höhenlage.

Gleichfalls auf indirektem Wege suchte Hensen[1]) die wahren Schwankungen des Blutdrucks beim Menschen zu ermitteln. Seine Methode beruht auf der Voraussetzung, daß die mit dem Sphygmographen gewonnene Kurve eine solche ist, bei der die Ordinaten unbekannt sind, demnach der Maßstab derselben zu ermitteln bleibt. Zu dem Zwecke legte Hensen an den einen Arm das Sphygmomanometer an, während an der Radialarterie des anderen Armes eine Pulskurve geschrieben wurde. Durch Bestimmung des maximalen Druckes fand er die eine Ordinate, nämlich diejenige des Gipfels der Pulskurve. Wurde nun der Blutdruck künstlich gesteigert (durch Kompression der Aorta durch einen Assistenten), so verzeichnete der Sphygmograph eine zweite höher gelegene Kurve, deren Gipfel durch gleichzeitige Bestimmung des Blutdrucks eine zweite Ordinate ergab. Aus der Höhendifferenz der Kurven als Ausdruck des Unterschiedes der beiden Blutdruck-Messungen ließ sich ein Maßstab gewinnen, mit Hilfe dessen an der ursprünglichen Kurve der Druck des tiefsten Punktes, d. h. der diastolische Druck, berechnet werden konnte.

So feinsinnig die beiden zuletzt erwähnten Verfahren auch sind, so haben sie leider den Nachteil, daß sie umständlich in der Handhabung sind und bei der Ausführung einen Assistenten notwendig machen. Zudem ist die letztere Methode nur bei ausgesuchten Fällen anwendbar.

Sahli[2]) unterzog in einer ausführlichen Arbeit die Darlegungen v. Recklinghausens und Hensens einer eingehenden Kritik und kam zu dem Schluß, daß das für die Deutung des Sphygmogramms und die Beurteilung der Zirkulationsverhältnisse wichtige Problem, den Minimaldruck der Pulswelle neben dem Maximaldruck zu bestimmen, noch nicht in einer praktisch befriedigenden Weise gelöst ist. Bei seinen Studien bediente er sich ebenfalls des Sphygmomanometers von Riva Rocci in Verbindung mit einem Jaquet'schen Sphygmographen mit Zeiteinteilung. Dadurch vermochte er die Zeitabscisse in ihrem Verhältnis zu den einzelnen Teilen der Kurve festzustellen und gewann so ein Sphygmogramm, welches er als »absolutes« bezeichnete und als ein solches definierte, »welches in richtigem Maßstabe gezeichnet ist, d. h. die Eigenschaft hat, daß an jeder Stelle die Ordinaten dem Druck proportional sind, und das somit gestattet, ein anschauliches und nach den absoluten Maßen richtiges Bild des Druckablaufs im Arteriensystem zu gewinnen .

[1]) Hensen, Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Blutdrucks. Arch. f. klin. Med. 1900. Bd. 67.

[2]) Sahli, Über das absolute Sphygmogramm und seine klinische Bedeutung nebst kritischen Bemerkungen über einige neuere sphygmomanometrische Arbeiten. Arch. f. klin. Med. 1904. Bd. 81.

Unabhängig von Sahli hatten bereits Janeway,[1]) Masing[2]) und Strasburger,[3]) alle unabhängig voneinander, Blutdruckuntersuchungen nach demselben Prinzip angestellt. Daß aber mehrere Autoren unabhängig voneinander zum gleichen Resultat gelangen, dürfte wohl für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der Methode sprechen. Jedenfalls jedoch kommt Strasburger das Verdienst zu, die Wichtigkeit dieser Untersuchungsmethode ins rechte Licht gesetzt zu haben.

Masing teilte im Jahre 1902 in seiner Arbeit Über das Verhalten des Blutdrucks des jungen und des bejahrten Menschen bei Muskelarbeit ein Verfahren mit, welches dazu dient, die Größe der Pulsdruck-Amplitude zu messen. Da sich dasselbe im Prinzip nur unwesentlich von dem Strasburgers unterscheidet, erübrigt es sich, hier näher auf dasselbe einzugehen; in der Ausführung weichen die Autoren nicht unerheblich voneinander ab. Ganz besonders fällt es ins Gewicht, daß bei Strasburgers Verfahren der Untersucher imstande ist, ohne Assistenten die Messung innerhalb weniger Minuten auszuführen, indem nämlich der palpierende Finger die Tätigkeit des Sphygmographen ersetzt; abgesehen davon, daß die Benutzung dieses Instrumentes umständlich und zeitraubend ist, so sind nach Strasburger die Resultate keineswegs zuverlässiger, da durch die venöse Stauung am Arm eine wechselnde und in ihrer Größe nicht abschätzbare Fehlerquelle erwächst, die bei Palpation des Pulses natürlich fortfällt. Allerdings bestritt Sahli diesen Einwand und zeigte, daß in den meisten Fällen durch Anwendung gewisser Vorsichtsmaßregeln der Einfluß der venösen Stauung unschädlich gemacht werden kann.

Durch die Vereinfachung in der Ausführung ist aber auch die Möglichkeit gegeben, daß dieses wichtige diagnostische Hilfsmittel, die Blutdruck-Messung, nicht blos Alleingut der Klinik bleibt, sondern auch beim praktischen Arzte Eingang findet.

Betrachten wir das Verfahren näher. Der systolische Druck wird in der üblichen Weise bestimmt durch Messung der Druckhöhe, bei welcher der Radialpuls verschwindet. Den diastolischen Druck gibt das Manometer an, wenn bei zunehmender Kompression der Arteria bracchialis der vorher maximale Radialpuls für den palpierenden Finger eben anfängt, kleiner zu werden. Strasburger führt als Beweis folgendes an. Es herrscht in der Arterie dauernd ein Druck von bestimmter Höhe, der Minimal- oder diastolische Druck. Über diesem bauen sich in Form von Wellen Druckerhöhungen auf, deren Spitzen den systolischen oder Maximal-Druck repräsentieren. Wird nun die

[1]) Janeway, Th. C., The New York University Bulletin of medical sciences. July 1901. Bd. 1. No. 3.

[2]) Masing, Über das Verhalten des Blutdrucks des jungen und des bejahrten Menschen bei Muskelarbeit. Arch. f. klin. Med. 1902. Bd. 74.

[3]) Strasburger, J., Ein Verfahren zur Messung des diastolischen Blutdrucks und seine Bedeutung für die Klinik. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 51. H. 5 und 6.

Arterie zirkulär, gleichmäßig belastet, so gelangt ihre Wand zur Entspannung und das komprimierende Medium trägt den Seitendruck des Blutes; das Lumen des Gefäßes bleibt dabei offen. Die Pulswelle geht im wesentlichen in normaler Stärke weiter zur Peripherie. Erst wenn der Außendruck die Höhe des diastolischen Druckes in der Arterie ein wenig übertrifft, muß diese während der Diastole zusammenklappen. Der nächste Puls eröffnet das Lumen vorübergehend, aber es ist klar, daß ein Teil der Welle zentripetal reflektiert werden muß und durch die Arbeit, die belastete Arterienwand zu heben, ein Teil der lebendigen Kraft des Pulses verbraucht wird. Steigern wir den Außendruck weiter, so wird immer mehr Arbeit von der Welle verlangt und immer mehr reflektiert. Der Radialpuls nimmt weiter ab, bis er endlich ganz verschwindet. Es fällt demnach der Beginn der Abnahme des Radialpulses mit einer Druckhöhe zusammen, die theoretisch ein wenig oberhalb des diastolischen Blutdrucks liegt, praktisch genommen, mit ihm übereinstimmt. Von dem Einfluß, den eventuell die Härte der Arterienwand ausüben kann, wird dabei abgesehen. Die Höhe der Pulswelle verringert sich also erst von einem gewissen Druck an, nicht, wie man sich vorstellen könnte, von Anfang an. Die Richtigkeit dieser Auffassung erhärtete Strasburger durch eine Reihe von ausführlichen Experimenten, deren Resultate mit denen übereinstimmen, die von Physiologen an Tieren durch Einführung von Kanülen in die eröffnete Carotis gefunden wurden. Weiter konnte Strasburger feststellen, daß der Unterschied zwischen systolischem und diastolischem Druck einer Quecksilbersäule von etwa 30 mm Höhe entspricht; diesen Wert bezeichnete er als »Pulsdruck« und sein Verhältnis zum Maximaldruck als »Blutdruckquotient«, der sich als eine ziemlich konstante Größe darstellt, die im Mittel 0,254 beträgt. An einer kleinen Anzahl von Leuten untersuchte Strasburger, welchen Einfluß körperliche Arbeit auf den Blutdruck ausübt.

Da es von Wichtigkeit erschien, die von dem Autor erzielten Ergebnisse nachzuprüfen und durch Vornahme an einem größeren Material zu erhärten, wurden die Versuche an 40 Mann fortgesetzt.

Um ein möglichst eindeutiges Resultat zu erzielen, wurden die von früheren Autoren gesammelten Erfahrungen zugrunde gelegt. Die Untersuchung der Leute fand daher nur vormittags, zwischen erstem Frühstück und Hauptmahlzeit statt und nur dann, wenn Anstrengungen nicht vorausgegangen waren; das Mittel aus je 3 Untersuchungen diente der Berechnung als Unterlage. Der zu Untersuchende saß in bequemer Haltung an einen Tisch angelehnt; die 14 cm breite Manschette,

die auch Strasburger benutzte, wurde stets am rechten Oberarm angelegt. Um einen Druck des Bügels auf die Cubital-Arterie auszuschließen, ruhte der im Ellbogen leicht gebeugte Arm auf einem Gummiluftkissen, die Hand auf einer entsprechend hohen Unterlage. Eine möglichst vollkommene Entspannung der Armmuskulatur wurde angestrebt. Nachdem Puls und Blutdruck in der Ruhe gemessen waren, machte der Mann 10 tiefe Kniebeugen, worauf unmittelbar nach Vollendung der Übung dieselbe Prüfung, eine dritte 5 Minuten nach Ablauf der Übung stattfand. Die Zeit zwischen der zehnten Kniebeuge und dem Beginn der Messung, während welcher die Manschette auf den Oberarm gestreift wurde, betrug nur wenige Sekunden. Ein Versuch, diesen Zeitraum zu verringern durch Verlängerung des Schlauches zwischen Manschette und Gebläse, um dadurch eine Abnahme des Instrumentes überflüssig zu machen, führte zu Ungenauigkeiten in dem Resultat, da die Auftreibung mittels des längeren Schlauches nicht so völlig und prompt gelang als mit dem kürzeren. Zu bemerken ist hierbei, daß sich bei erneutem Anlegen der Manschette durchweg dieselben oder nur um wenige Millimeter differierende Werte fanden.

Zur Gewinnung des Wertes für den Maximaldruck wurde der Blutdruck bis zum Verschwinden des Pulses gesteigert, alsdann langsam verringert und das Auftreten fühlbarer Pulsation beobachtet, ein Zeitpunkt, der sich bis auf wenige Millimeter genau bestimmen läßt durch mehrfaches Steigern und Sinkenlassen des Druckes. Zur Feststellung der Höhe des diastolischen Druckes wurde der Druck bis zu einer sicher unterhalb des Punktes gelegenen Druckhöhe erniedrigt, dann wieder gesteigert bis zum deutlichen Kleinerwerden des Pulses. Die feine Einstellung gelang durch Kompression des zweiten, als Windkessel dienenden Ballons. Zur Erzielung genauer Resultate bedarf es natürlich einer gewissen Fertigkeit, die durch einige Übung leicht erworben werden kann. Um möglichst die psychische Erregung auszuschalten, durch welche, wie Strasburger betont, und wie ich bei einem ängstlichen Menschen zweimal feststellen konnte, die Werte zu hoch ausfallen, wohnte der folgende Mann stets der Untersuchung des ersten bei.

Betrachten wir das Gesamtresultat der Untersuchungen, so ergibt sich, daß im Zustande der Ruhe die Höhe des systolischen Druckes in maximo 123, in minimo 99, im Durchschnitt 109 mm Hg betrug; für den diastolischen Druck war das Verhältnis in maximo 95, in minimo 73, im Mittel 81 mm Hg. (S. auch für die weiteren Ausführungen die beigefügte Tabelle.)

Die gefundenen Werte sind demnach etwas höher als die von Strasburger angegebenen, der für den Maximaldruck 106 mm im Durchschnitt fand, niedriger sind sie als der von Masing ermittelte Wert, der bei 9 jungen Männern im Alter von 19 bis 23 Jahren im Durchschnitt 141 mm Druck feststellte. Allerdings erschienen ihm selbst diese Zahlen zu hoch, da die Bestimmungen am Nachmittag gemacht waren, wo der Blutdruck im allgemeinen höher ist. Er schätzte daher die wahre Höhe des Blutdrucks auf 135 mm, eine Zahl, die mit

den von Gumprecht und Hensen gefundenen im Einklang steht. Unserer Ansicht nach dürfte die große Differenz zwischen den Resultaten jener Autoren und unseren darin zu suchen sein, daß sie statt der breiten Manschette die schmale benutzten.

Auch ist der von uns gefundene Wert niedriger als der bei Faivre[1]) und Albert[2]) angeführte, die den Blutdruck beim Menschen direkt, d. h. nach der Amputation in der Aa. femoralis, bracchialis und tibialis anterior messen konnten und Resultate erzielten, die zwischen 100—160 mm Hg schwankten.

Sehr gut stimmen unsere Werte überein mit denen von Keigi Sawada,[3]) der am Gesunden Höhen von 90—120 mm Hg fand, wie auch mit Resultaten, die von Fick durch das Tierexperiment erzielt wurden.

Aus den gefundenen Zahlen für systolischen und diastolischen Druck konnten wir die Größe des Pulsdrucks, d. h. die Größe der durch jede Herzkontraktion bedingten Druckschwankung im Arteriensystem berechnen, die sich in maximo auf 31 mm, in minimo auf 23, im Durchschnitt auf 27 mm belief. Da die Größe des Pulsdrucks in einem bestimmten Verhältnis zum Gesamtdruck steht, welches sich nach der Leistung des Herzens und den Widerständen im Gefäßsystem regelt, so verdient es als besonders wichtig hervorgehoben zu werden, daß dieser Blutdruckquotient bei den 40 Mann in der Ruhe eine fast konstante Größe bildete, die zwischen 0,28 und 0,22 schwankte, im Mittel 0,253 betrug. Die Abweichungen von dem Mittelwert sowohl nach oben wie nach unten waren demnach nur geringfügig, und so sind wir berechtigt zu schließen, daß die Regulierung zwischen Herz und Gefäßsystem eine so feine ist, daß unter normalen Verhältnissen nur geringe Differenzen eintreten. Diese Frage wird natürlich von besonderer Bedeutung, wenn wir uns Aufschluß verschaffen wollen über die Verhältnisse des Blutdrucks unter dem Einfluß körperlicher Arbeit, in unserem Falle nach Ausführung von 10 Kniebeugen. Um den Geweben die nötige Menge Blut zuführen zu können, war die Folge der vermehrten Körperanstrengung ein Ansteigen des Blutdrucks, sowohl des maximalen wie des minimalen in dem Ver-

[1]) Faivre, Gazette médicale. T. XXVI. p. 727. 1856.

[2]) Albert, Med. Jahrb. Her. von der k. k. Gesellschaft der Ärzte. Jahrg. 1883. S. 249.

[3]) Keigi Sawada, Blutdruckmessungen bei Arteriosklerose. Deutsche med. Wochenschrift. Jahrg. 1904. S. 425.

Lfd. Nr.		Alter	Puls			Blut-Druck									Quotient		
						In der Ruhe			Nach 10 Kniebeugen			5 Minuten später					
			Ruhe	Nach 10 Kniebeugen	5 Min. später	Blutdruck		Pulsdruck	Blutdruck		Pulsdruck	Blutdruck		Pulsdruck	Ruhe	Übung	5 Min. später
						systol.	diastol.		systol.	diastol.		systol.	diastol.				
1	Sb.	20,6	60	71	58	106	77	29	135	100	35	108	81	27	0,27	0,26	0,25
2	Wl.	21	66	79	71	114	86	28	139	104	35	113	84	29	0,25	0,25	0,26
3	Cl.	18,3	70	82	73	116	86	30	142	106	36	113	83	30	0,26	0,25	0,27
4	Te.	20,5	60	74	63	112	83	29	143	110	33	108	79	29	0,26	0,23	0,27
5	Mz.	26	75	88	78	106	78	28	134	96	38	115	86	29	0,26	0,28	0,25
6	Ws.	20,9	60	81	59	111	85	26	140	109	31	106	80	26	0,23	0,22	0,24
7	Tl.	20,1	72	81	73	110	80	30	135	99	36	112	85	27	0,27	0,26	0,24
8	St.	18,4	68	77	65	109	83	26	129	98	31	111	80	31	0,24	0,24	0,28
9	Gz.	21,4	72	85	71	116	86	30	142	104	38	119	90	29	0,26	0,27	0,24
10	Ng.	21,1	69	78	71	101	75	26	131	95	36	110	83	27	0,25	0,27	0,25
11	Rp.	20,3	79	92	74	115	86	29	140	101	39	118	89	29	0,25	0,28	0,25
12	Kb.	20,7	55	63	53	110	82	28	135	105	30	106	78	28	0,26	0,22	0,26
13	Jc.	20,9	58	73	59	118	89	29	139	106	33	116	88	28	0,25	0,24	0,25
14	Schl.	20,5	61	77	63	106	80	26	136	107	29	116	86	30	0,26	0,21	0,26
15	Rl.	20,8	81	94	80	109	80	29	137	105	32	105	76	29	0,27	0,23	0,28
16	Stb.	20	59	68	60	112	87	25	140	110	30	116	86	30	0,22	0,22	0,26
17	Üb.	18,9	69	93	73	115	86	29	134	98	36	109	83	26	0,25	0,27	0,24
18	Kl.	21,3	61	75	66	105	76	29	130	93	37	119	88	31	0,27	0,28	0,25
19	Hfm.	20,6	67	83	71	106	77	29	143	104	39	99	74	25	0,25	0,27	0,25

20	Schw.	19,10	51	67	53	118	87	31	147	108	39	105	80	25	0,26	0,27	0,24
21	Br.	20,3	59	76	57	115	89	26	141	105	36	121	91	30	0,23	0,26	0,25
22	Bt.	21,3	73	88	71	104	78	26	136	96	40	114	83	31	0,25	0,29	0,27
23	Wm.	20,5	57	79	59	105	77	28	133	98	35	110	82	28	0,27	0,26	0,26
24	Dö.	19,8	73	90	69	106	80	26	138	103	35	110	80	30	0,25	0,26	0,28
25	Po.	19	55	76	58	102	74	28	132	101	31	105	76	29	0,27	0,24	0,28
26	Lg.	21,3	73	84	75	114	85	29	141	104	37	122	93	29	0,25	0,26	0,24
27	Mü.	22,5	50	68	52	102	75	27	127	95	32	110	79	31	0,26	0,25	0,28
28	Rg.	22,6	55	77	59	115	89	26	141	110	31	123	94	29	0,23	0,22	0,24
29	Wk.	20,8	60	83	61	108	81	27	136	104	32	113	85	28	0,25	0,23	0,25
30	Sch. II.	19,6	59	75	62	105	76	29	134	95	39	108	79	29	0,28	0,29	0,27
31	Bh.	21,1	95	111	93	106	79	27	143	105	38	110	84	26	0,25	0,26	0,25
32	Rb.	21,10	62	92	65	123	95	28	142	111	31	125	96	29	0,24	0,22	0,23
33	Pin.	20,4	56	76	59	109	78	31	141	107	34	112	82	30	0,28	0,24	0,27
34	Bch.	20,6	58	77	61	99	73	26	129	98	31	102	77	25	0,26	0,24	0,24
35	Hm.	21,3	57	72	59	114	85	29	140	107	33	120	91	29	0,25	0,24	0,24
36	Wey.	20,6	85	84	80	103	80	23	133	102	31	100	75	25	0,22	0,23	0,25
37	Dss.	20,8	78	75	68	106	79	27	132	97	35	108	79	29	0,25	0,26	0,27
38	Ib.	20,10	76	75	75	112	85	27	139	102	37	114	86	28	0,24	0,26	0,25
39	Gm.	21,5	91	91	90	108	80	28	135	97	38	115	85	30	0,26	0,28	0,26
40	Gb.	20.7	73	73	72	107	80	27	136	101	35	110	82	28	0,25	0,25	0,26
							Mittel:	27			35			28	0,253	0,251	0,256

hältnis, daß das Maximum die Höhe von 147 mm nicht überstieg, das Minimum nicht unter 93 mm gelegen war. Wir beobachteten also ein absolutes Ansteigen des systolischen Druckes um 28, des diastolischen um 21 mm (im Mittel) unter dem Einfluß von Körperarbeit gegenüber den Verhältnissen im Zustand der Ruhe. Dieses Resultat steht in Gegensatz zu der von Karrenstein[1]) aufgestellten Behauptung, daß Körperarbeit den Blutdruck erniedrige. Der Autor läßt aber dabei außer Betracht, daß es sich bei Zurücklegung des den Untersuchten vorgeschriebenen Weges um eine Arbeitsleistung handelte, an welche die Soldaten gewöhnt waren, und daß unterschieden werden muß zwischen einer täglich ausgeführten »gewohnten« Leistung und einer nur einmal verlangten »ungewohnten« Anstrengung.

Der Pulsdruck, der in der Ruhe im Mittel 27 mm betrug, hatte ebenfalls eine Steigerung erfahren und war auf 35 mm im Mittel angewachsen. Die Größe des Pulsdrucks steht aber in enger Beziehung zu der Größe des Schlagvolumens des Herzens. Hoorweg[2]) bewies nämlich, daß Flächeninhalt der Pulskurve und Schlagvolumen einander proportional sind, wobei er von folgender Betrachtung ausging: Die Fläche der Kurve eines Pulsschlages hat die Form eines Dreiecks; bei Dreiecken mit gleicher Grundlinie (Grundlinie gleich der Systolendauer gesetzt und somit konstant) ist der Flächeninhalt proportional der Höhe; somit auch Schlagvolumen proportional der Höhe der Pulskurve. Die Möglichkeit, aus dieser die Größe des Schlagvolumens zu erkennen, ist uns gegeben durch die Messung des systolischen und diastolischen Drucks; damit haben wir die Faktoren, die erforderlich sind zur Bestimmung des Maßes der absoluten Herzarbeit, die sich als Produkt aus Schlagvolumen und Mitteldruck in der Aorta darstellt. Können wir ihn auch nicht an der Aorta selbst messen, so ist doch zu bedenken, daß wir ihn an einem relativ zentral gelegenen, größeren Gefäß gewinnen und nur eine verhältnismäßig geringe Fehlerquelle erwächst, die wohl vernachlässigt werden kann. Sind die so gefundenen Werte auch keine absoluten, so haben sie doch als Vergleichsgrößen eine wesentliche Bedeutung, zumal wir dadurch imstande sind, die unter pathologischen Verhältnissen gefundenen Resultate zu verstehen und zu erklären.

[1]) Karrenstein, Blutdruck und Körperarbeit. Zeitschr. f. klin. Med. 1903. Bd. 50.

[2]) Hoorweg, J. L., Über die Blutbewegung in den menschlichen Arterien. S. Pflügers Archiv. 1890. Bd. 46.

Trotz der Erhöhung des Pulsdrucks bei steigendem Allgemeindruck änderte sich der Blutdruckquotient kaum; es bestand also die Tendenz, auch bei erhöhtem Blutdruck das Verhältnis von Herzkraft und Gefäßspannung annähernd ebenso zu regulieren wie in der Ruhe; in der Tabelle finden wir in maximo 0,29, in minimo 0,21, im Durchschnitt demnach 0,251 mm; somit besteht eine geringe Verschiebung nach unten gegenüber der Größe des Quotienten in der Ruhe (0,253). Immerhin zeigte er eine mittlere Größe; und da er uns Aufschluß gibt über das Verhältnis der Herzarbeit zum Widerstand im arteriellen System, so kann man sagen, daß die beiden Faktoren sich auf mittlerer, d. h. normaler Höhe eingestellt hatten.

Parallel dem Ansteigen des Blutdrucks ging eine Erhöhung der Pulsfrequenz unter dem Einfluß der Muskelarbeit. Nur 5 Fälle, auf die schon im ersten Teil der Arbeit hingewiesen wurde, bildeten eine Ausnahme (s. Fall 35 bis 40). Während nämlich bei den 5 Mann, selbst nach Ausführung von 20 Kniebeugen, nicht nur die Pulssteigerung ausblieb, ja sogar in 3 Fällen eine Pulsverminderung eintrat, ließ sich stets eine Erhöhung des Blutdrucks feststellen. Bemerken möchte ich, daß eine nachweisbar krankhafte Veränderung des Herzens nicht vorlag. Systolischer und diastolischer Druck stiegen an, der Pulsdruck nahm zu um 9 mm im Durchschnitt, der Blutdruckquotient zeigte keine oder nur geringe Veränderung. Die Erklärung ist wohl darin zu suchen, daß bei konstant bleibender Systolendauer das Schlagvolumen des Herzens entsprechend der erhöhten Anforderung an Größe zugenommen hatte.

Die 5 Minuten nach Vollendung der Übung vorgenommene Blutdruckmessung zeigte, daß systolischer und diastolischer Druck an Höhe abgenommen hatten und das Bestreben zeigten, zu einer dem Ausgangspunkt in der Ruhe naheliegenden Größe zurückzukehren; in gleicher Weise hatte der Pulsdruck abgenommen, er betrug im Mittel 28 mm gegen 35 mm unmittelbar nach Vollendung der Übung. Der Blutdruckquotient, der von 0,253 in der Ruhe auf 0,251 gefallen war, stieg 5 Minuten nach Ablauf der Übung auf 0,256. Nehmen wir für den Quotienten das Mittel aus den 360 Untersuchungen, so erhalten wir als Mittelwert 0,253, eine Zahl, die sehr gut übereinstimmt mit der von Strasburger angegebenen.

Die angestellten Untersuchungen haben zu dem Resultat geführt, daß

die Durchschnittspulszahl beim gesunden Soldaten zwischen 70 bis 79 Schlägen pro Minute schwankt,

bei Ausführung von 10 Kniebeugen um durchschnittlich bis zu 10 Schlägen steigt.

Mit Hilfe des Apparates von Riva Rocci bei Anwendung der Methode Strasburgers ist es möglich, den diastolischen Druck zu bestimmen und mit diesem den Blutdruckquotient zu berechnen, eine Größe, die sich bei 360 Untersuchungen an 40 Mann auf 0,253 belief.

Da wir durch das Sphygmomanometer von Riva Rocci in den Stand gesetzt sind, in wesentlich vollkommenerer Weise das Gesamtverhältnis des Kreislaufs zu beurteilen und uns Aufschluß zu verschaffen über die Arbeitsleistung des Herzens, so ist es notwendig, daß bei der Beurteilung der Diensttauglichkeit des Soldaten, zumal in zweifelhaften Fällen, möglichst ausgiebiger Gebrauch von diesem wertvollen Instrument gemacht wird.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimen Medizinalrat Prof. Dr. Schultze für die gütige Zuweisung der Arbeit, sowie Herrn Privatdozenten Dr. Esser für die liebenswürdige Unterstützung bei Anfertigung derselben zu danken.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Heinrich Löhe, wurde am 26. August 1877 als Sohn des Königlichen Schulrats Karl Löhe zu Ahaus geboren.

Die humanistische Ausbildung erhielt er auf dem Königlichen Friedrich Wilhelms-Gymnasium zu Cöln, welches er Ostern 1897 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Am 1. April 1897 wurde er in die Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen aufgenommen, der er bis 1. Oktober 1901 als Studierender angehörte; vom 1. April 1897 bis 1. Oktober 1897 genügte er seiner Dienstpflicht mit der Waffe bei der 9. Kompagnie des Garde-Füsilier-Regiments.

Am 13. März 1899 bestand er die ärztliche Vorprüfung. Am 1. Oktober 1901 wurde er als Unterarzt beim 5. Rheinischen Infanterie-Regiment Nr. 65 eingestellt und zugleich auf 1 Jahr zur Dienstleistung zum Königlichen Charité-Krankenhaus kommandiert. Am 30. März 1903 beendete er die Staatsprüfung. Am 18. Mai 1903 wurde er zum Assistenzarzt, am 18. August zum Oberarzt befördert.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen und Kurse folgender Herren:

Bennecke †, v. Bergmann, Bernhardt, Brieger, Engelmann, Ewald, Fischer, E. Fränkel, Frey, Fritsch, Gerhardt †, Goldscheider, Gusserow †, Hertwig, Heubner, Hiller, Jolly, Jürgens †, Köhler, König, Lesser, v. Leyden, Liebreich, v. Michel, Olshausen, Österreich, Rubner, Salkowski, Sonnenburg, Strassmann, Stumpf, E. Schultze, Schwendener, Schweninger, Thierfelder, Trautmann †, R. Virchow †, H. Virchow, Waldeyer, Warburg.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank aus.

Gedruckt in der Königlichen Hofbuchdruckerei von
E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW68, Kochstr. 68—71.